

**Aplikasi Citra Penginderaan Jauh untuk Estimasi Produksi Kelapa Sawit  
(*Elaeis Guineensis Jacq*) Berbasis Normalized Different Vegetation Index  
(Perkebunan PT. Mutiara Sawit Seluma, Kabupaten Seluma, Provinsi  
Bengkulu)**

**Grefie Dwinita\*)**

Email : [grefie.dwinita@gmail.com](mailto:grefie.dwinita@gmail.com)

**Sigit Heru Murti, B.S\*\*)**

Email : [sigit@geo.ugm.ac.id](mailto:sigit@geo.ugm.ac.id)

**ABSTRACT**

Palm oil is a commercial crop in the tropics, especially in Indonesia. Oil palm as a crop that has an important role in the field of perkonomian Indonesia, as a result of the plantation with high export value and pengahasil foreign exchange after oil and gas. Bengkulu Province as one of the provinces in Sumatra Island that develop the palm oil industry. With growth in the era of globalization the use of technology can be applied to estimate the production of palm oil. Remote sensing technology can be applied to obtain palm oil production estimation model spatially using the algorithm vegtasi index. The study aims to determine the ability of remote sensing data in identifying palm oil and palm oil production estimate of image analysis. Analysis of spatial modeling based on remote sensing image analysis uses the image of the SPOT-5. This research was conducted at a private estate in Seluma, Bengkulu province namely PT. Oil pearl Seluma. The estimation results of the production of the model has a standard accuracy of 3.26 kg NDVI error models and the value of productivity amounted to 4,370,103 kg/ha/half with real field data amounted to 5,419,192 kg/ha/half Keywords: remote sensing, vegetation index, the estimated production, oil palm

**ABSTRAK**

Kelapa sawit merupakan tanaman komersial di daerah tropis terutama di Indonesia. Kelapa sawit sebagai salah satu hasil perkebunan yang memiliki peran penting di bidang perkonomian Indonesia, sebagai hasil perkebunan dengan nilai eskpor tinggi dan pengahasil devisa negara setelah minyak dan gas bumi. Provinsi Bengkulu sebagai salah satu provinsi di Pulau Sumatera yang mengembangkan industri perkebunan kelapa sawit. Sejalan dengan berkembangnya era globalisasi pemanfaatan teknologi dapat diaplikasikan untuk estimasi produksi kelapa sawit. Teknologi penginderaan jauh dapat diaplikasikan dalam memperoleh model estimasi produksi kelapa sawit secara spasial dengan menggunakan algoritma indeks vegtasi.

Penelitian bertujuan mengetahui kemampuan data penginderaan jauh dalam mengidentifikasi kelapa sawit serta melakukan estimasi produksi kelapa sawit dari analisis citra. Analisis pemodelan spasial berdasarkan analisis citra penginderaan jauh mengguakan citra SPOT-5. Penelitian ini dilakukan di perkebunan swasta di Kabupaten Seluma, Provinsi Bengkulu yakni di PT. Mutiara Sawit Seluma. Hasil estimasi produksi dari model memiliki akurasi *standar error* model NDVI 3,26 kg dan nilai produktivitas sebesar 4.370.103 kg/ha/semester dengan data nyata di lapangan sebesar 5.419.192 kg/ha/semester

**Kata Kunci :** penginderaan jauh, indeks vegetasi, estimasi produksi, kelapa sawit

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Komoditas kelapa sawit di Indonesia memiliki prospek yang tinggi sebagai penghasil devisa negara selama kurun waktu 20 tahun terakhir. Sejalan dengan perkembangan era globalisasi luas dan produksi kelapa sawit di Indonesia semakin meningkat, yang secara langsung terkait dengan perkembangan ekspor dan impor minyak kelapa sawit. Kelapa sawit memiliki prospek yang tinggi dalam bidang pangan dan non pangan, apabila dibandingkan dengan komoditas perkebunan lain (Lubis, 1992). Perkembangan ekspor minyak kelapa sawit, berdasarkan dari data Badan Pusat Statistik (2014), ekspor kelapa sawit Indonesia menjangkau lima benua yakni Asia, Afrika, Australia, Amerika, dan Eropa. Di Indonesia perkembangan industri kelapa sawit menurut Badan Pusat Statistik (2014), tersebar di seluruh provinsi di Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan. Selain itu, juga terdapat di Provinsi Jawa Barat, Banten, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Barat, Maluku, Papua, dan Papua Barat yang secara total

mencakup 24 provinsi di seluruh Indonesia.

Persebaran industri perkebunan kelapa sawit terbesar di Indonesia terdapat di Pulau Sumatera yang telah tersebar di beberapa provinsi. Salah satu provinsi di Pulau Sumatera yang mengembangkan sektor perkebunan kelapa sawit yakni, Provinsi Bengkulu. Komoditas perkebunan yang memiliki luasan terbesar di Provinsi Bengkulu, yakni komoditas tanaman kelapa sawit dengan luas total perkebunan mencapai 290,633 hektar. Semakin meningkatnya industri perkebunan secara langsung tidak lepas dari peran perusahaan perkebunan besar, baik milik negara maupun swasta serta perkebunan milik rakyat yang terus mengalami penambahan luas area perkebunan.

Sejalan dengan semakin meningkatnya luasan secara langsung terkait dengan produksi dan produktivitas kelapa sawit yang semakin tinggi. Dalam hal ini, maka diperlukannya estimasi produksi kelapa sawit yakni memperkirakan produksi hasil panen kelapa sawit yang dilakukan dalam masa rotasi panen. Estimasi produksi kelapa sawit dianggap sebagai faktor yang sangat penting untuk mempertimbangkan hasil

panen kelapa sawit di suatu perkebunan yakni sebagai manajemen dan tolak ukur keberhasilan perekenomian perkebunan kelapa sawit. Proses estimasi produksi kelapa sawit perlu dilakukan proses perhitungan cepat, tepat, dan akurat. Hal ini dengan mempertimbangkan semakin meningkatnya produksi dan luasan tanaman kelapa sawit dari tahun ke tahun di perkebunan kelapa sawit.

Seiring dengan perkembangan era globalisasi, dalam melakukan estimasi produksi kelapa sawit secara cepat, tepat, dan akurat dapat dengan memanfaatkan citra penginderaan jauh. Aplikasi penginderaan jauh, dapat diaplikasikan untuk memperoleh estimasi produksi di lapangan.

Aplikasi penginderaan jauh di bidang perkebunan dan pertanian telah banyak dilakukan yakni untuk memetakan estimasi produksi. Pemanfaatan citra yang digunakan dapat berupa citra dengan resolusi tinggi, sedang, dan kecil. Salah satunya yakni dapat dengan memanfaatkan citra penginderaan jauh seperti Citra SPOT-5 untuk memperoleh hasil estimasi produksi di lapangan. Perkebunan kelapa sawit yang akan dilakukan proses estimasi produksi

kelapa sawit di Provinsi Bengkulu terdapat di perkebunan swasta PT. Mutiara Sawit Seluma. Estimasi produksi yang dilakukan dengan memanfaatkan analisis dari penginderaan jauh. Indeks vegetasi merupakan algoritma yang diterapkan dalam citra satelit untuk menonjolkan aspek vegetasi.

## 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini, yakni :

1. Mengkaji kemampuan panjang gelombang saluran band hijau dan band merah pada citra SPOT-5 dengan menggunakan algoritma indeks vegetasi NDVI
2. Mengetahui tingkat akurasi algoritma NDVI dalam membangun model produktivitas tanama kelapa sawit dengan menggunakan citra SPOT-5

### 1.3 Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan penelitian ini, yakni :

Memberikan pemahaman mengenai pemanfaatan aplikasi penginderaan jauh dalam manajemen dan pengoeloan kelapa sawit di sektor perkebunan dan *database* data estimasi produksi kelapa sawit untuk mempertimbangkan hasil proudksi kelapa sawit dalam manajemen perkebunan.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Penginderaan Jauh Perkebunan

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang permukaan bumi tanpa melakukan kontak langsung terhadap obyek atau fenomena yang dikaji (Lillesand, et. al., 2007). Pemanfaatan teknologi ini di bidang pertanian atau perkebunan untuk mengurangi risiko kehilangan potensi produksi (Susetyo & Setiyono, 2013). Beberapa penelitian yang telah dilakukan di bidang pertanian dan perkebunan, teknologi penginderaan jauh mampu memberikan output berupa estimasi produksi secara akurat dari turunan hubungan antara karakter spektral dengan indeks vegetasi berupa tutupan tajuk tanaman

dengan memanfaatkan pantulan gelombang visual *red*, *green*, *blue* dan panjang gelombang inframerah dekat. Indeks vegetasi seperti transformasi NDVI merupakan suatu bentuk transformasi sepktral yang menonjolkan aspek vegetasi seperti kerapatan, pertumbuhan vegetatif, indeks luas daun (LAI) dan konsentrasi klorofil (Danoedoro, 2012).

### 2.2 Transformasi Indeks Vegetasi

Indeks Vegetasi merupakan salah satu ciri yang menghubungkan reflektan daun, tajuk dengan karakteristik tajuk. Indeks vegetasi tersebut telah dikembangkan 40 tahun yang lalu, diantaranya pengembangan indeks vegetasi dan aplikasinya terhadap tajuk tanaman (Hatifield, et. al., 2008). Indeks vegetasi didefinisikan sebagai kombinasi matematis saluran atau band yang menunjukkan kondisi vegetasi hijau (Lillesand and Kiefer, 1999 dalam Bulcock, 2009). Menurut Campbel (2011) indeks vegetasi dianalisis berdasarkan dari nilai-nilai kecerahan dari indeks vegetasi yang terbentuk dari persamaan tertnetu dari berbagai saluran spektral yang menunjukkan jumlah atau kekuatan vegetasi dalam

piksel. Nilai vegetasi yang tinggi mengidentifikasi vegetasi yang semakin rapat atau sehat.

Proses transformasi indeks vegetasi secara tidak langsung menghasilkan nilai kecerahan yang menonjolkan aspek kerapatan vegetasi, *leaf area index*, biomassa, dan konsentrasi klorofil. Kerapatan vegetasi tanaman kelapa sawit di lapangan berkaitan dengan fase tumbuh vegetatif tanaman. Algoritma yang digunakan dalam indeks transformasi indeks vegetasi, yakni NDVI, GNDVI, dan, SAVI. Ketiga algoritma transformasi tersebut digunakan untuk estimasi produksi kelapa sawit dengan pertimbangan sebagai berikut:

#### 1. *Normalized Different Vegetation Index* (NDVI)

Formula:

$$NDVI = \frac{(BV_{inframerah\,dekat} - BV_{merah})}{(BV_{inframerah\,dekat} + BV_{merah})}$$

Nilai asli yang dihasilkan dari transformasi NDVI berupa antara -1 hingga +1 (Danoedoro, 2012). Transformasi NDVI memiliki kelemahan, yakni hubungan non-linear pada indeks berdasarkan dari rasio dan pengaruh efek aditif seperti radiansi atmosfer. NDVI menunjukkan permasalahan sinyal yang jenuh. Kejenuhan efek memiliki konsekuensi

yang penting untuk deteksi perubahan dan monitoring dinamika permukaan tanah bervegetasi (Huete, 2002).

Proses klasifikasi tanaman kelapa sawit dilakukan dengan interpretasi visual yang ditunjang dengan data vektor batas perkebunan PT. Mutiara Sawit Seluma membedakan objek sawit dan non sawit di area perkebunan kelapa sawit PT. Mutiara Sawit Seluma. Interpretasi visual berdasarkan dari penyusunan komposit 432, dimana komposit yang digunakan menggunakan band merah, hijau, dan inframerah dekat. Pada band hijau dan iframeraha dekat pantulan vegetasi lebih tinggi jika dibandingkan dengan pantulan pada band merah. Pada komposit 432 objek vegetasi akan terlohat merah gelap, sedangkan objek tanah terbuka akan tampak berwarna biru.

### 2.3 Analisis Statistik Regresi

Analisis statistik yang digunakan dalam penelitian ini yakni statistik regresi linier sederhana. Analisis statistik regresi linier sederhana bertujuan untuk memperoleh model empiris persamaan regresi yang digunakan untuk membangun model

perhitungan estimasi produksi dan produktivitas di lapangan.

Formula:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + e$$

Keterangan :

Y = nilai prediksi estimasi sesuai produksi model empiris

b = koefisien regresi nilai indeks vegetasi

X = nilai piksel citra yang digunakan untuk membangun model

persamaan regresi dengan jenis sampel ketelitian yang diambil di lapangan.

Penilaian kalibrasi model dengan menggunakan metode *standard error* (SE), yakni untuk memperhitungkan akurasi produksi dari model yang dibangun dengan produksi di lapangan.

Formula:

$$SE = \sqrt{((\sum (y_i - \bar{y})^2) / (n - 2))}$$

Keterangan:

SE = *Standard Error*

y<sub>i</sub> = Nilai Data pada Citra Hasil

Transformasi

y = Nilai Data pada Hasil Lapangan

n = Jumlah Sampel

#### 2.4 Standar Error of Estimate (SE)

Ekstraksi informasi data penginderaan jauh perlu dilakukan kalibrasi untuk menyimpulkan dan menghubungkan konsistensi antara radiasi yang diterima dengan nilai *output* yang dihasilkan (Jones & Vaughan, 2010). Selain itu, dalam melakukan pengukuran data yang akan terdistribusikan secara komersial perlu dilakukan akurasi dan validasi data untuk menilai kualitas dan konsistensi suatu informasi yang dihasilkan dari suatu model yang dibangun. Metode yang digunakan untuk kalibrasi model yang dibangun, yakni dengan menggunakan metode *standard error* (SE). Metode *standard error* (SE) digunakan untuk menguji ketelitian dari model yang dibangun dari

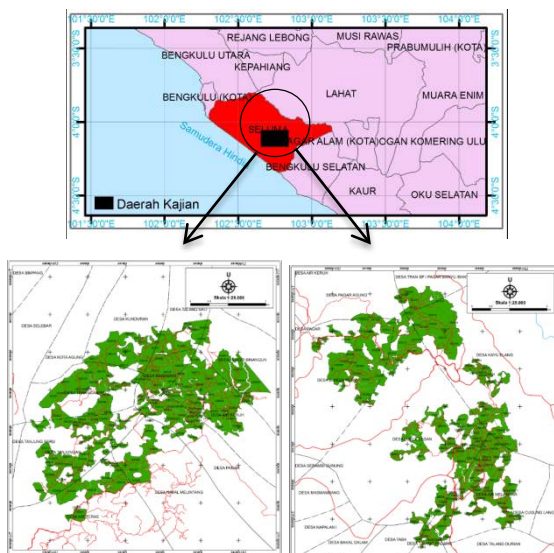
### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

- ArcGIS 10.2
- ENV 4.5
- GPS (*Global Positioning System*)
- Peta RBI 1:50.000 lembar 0911 - 53 (Tais), 0911-52 (Rantau Panjang)
- Citra SPOT-5 tahun 2014 (LPN\_SP5\_275\_358\_2014070102\_4052\_MS\_ORT)
- DEM (*Digital Elevation Model*) resolusi 30 meter

### 3.2 Metode Penelitian

Lokasi Penelitian berada di Provinsi Bengkulu yakni secara geografi terletak di Kabupaten Seluma yakni perkebunan kelapa sawit PT. Mutiara Sawit Seluma yang merupakan perkebunan swasta yang didirikan sejak tahun 2008. Luas perkebunan PT. Mutiara Sawit Seluma, yakni seluas 3.504,78 Ha. PT. Mutiara Sawit Seluma terdiri dari perkebunan inti dan perkebunan plasma. Perkebunan inti memiliki 3 Rayon, yakni rayon 1 terdiri dari afdelling OA, rayon 2 terdiri dari afdeling OB dan OC, dan rayon 3 terdiri dari afdeling OD,OE,OF,OG, dan OH dengan luas 2.763,76 Ha. Lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian

Berikut beberapa tahapan dalam penelitian yakni, sebagai berikut :

#### 1. Koreksi Radiometrik

Konversi nilai DN menjadi nilai spektral radian (*at sensor radiance*). Tahap kedua nilai spektral radian (*at sensor radiance*) nilai spektral reflektan (*at sensor reflectance*).

##### a. *Digital number at sensor*

$$L\lambda = DN/GAIN$$

dimana,

$L\lambda$  = spektral radian

$Gain$  = gain saluran/band

$DN$  = digital number

$$Gain = (L\lambda_{maks} - L\lambda_{min}) / 255$$

$$Bias = L\lambda_{min}$$

##### b. Konversi nilai *at sensor radiance* ke *at sensor reflectance*

$$\rho\rho = (\pi \cdot L\lambda \cdot d^2) / (ESUN\lambda \cdot \cos \theta_s)$$

dimana,

$\rho\rho$  = Reflektansi

$L\lambda$  = Radiansi

$d^2$  = Jarak bumi dan matahari secara astronomi

$ESUN\lambda$  = Nilai Irradiansi

$\theta_s$  = Sudut zenith matahari dalam derajat

##### c. Konversi nilai *at sensor reflectance* ke *at surface reflectance*

$$Output\ BV_{i,j,k} = input\ BV_{i,j,k} - Bias$$

Dimana,

Output BV  $i,j,k$  = Input nilai piksel nilai pada baris  $i$  dan kolom  $j$  pada band  $K$

Input BV  $i,j,k$  = Nilai piksel pada beberapa lokasi

Nilai bias dihitung berdasarkan nilai mean dan standar deviasi dari *pixel subtraction*.

**Bias = mean – (2\* Standar deviasi)**

## 2. Koreksi Geometrik

Proses koreksi geometrik citra SPOT-5 bertujuan untuk memperbaiki posisi dari citra agar sesuai dengan posisi sebenarnya, sehingga citra tersebut memiliki sifat-sifat peta dalam bentuk, skala, dan proyeksi. Metode yang digunakan pada koreksi geometrik citra menggunakan metode *image to image rectification*. Pada metode *image to map rectification* menggunakan peta acuan yakni peta RBI skala 1:50.000. Jumlah GCP (*Ground Control Point*) yang digunakan sebanyak 12 GCP. Penentuan titik ikat atau GCP (*Ground Control Point*) dilakukan dengan mempertimbangkan kenampakan objek yang seminimal mungkin tidak mengalami perubahan secara signifikan.

## 3. Masking Citra

Masking citra SPOT-5 dilakukan untuk memisahkan daerah kajian dan daerah non-kajian. Hal tersebut disebabkan apabila daerah non kajian ikut diproses maka dapat mempengaruhi nilai spektral yang akan dianalisis dalam proses selanjutnya, seperti mempengaruhi nilai rentang spektral indeks vegetasi. Proses masking pada citra SPOT-5 menggunakan data vektor area tanam yang diperoleh dari data perkebunan kelapa sawit milik PT. Mutiara Sawit Seluma.

## 4. Density Slice

Citra SPOT-5 hasil transformasi indeks vegetasi sebelum diproses selanjutnya untuk penentuan data lapangan dilakukan proses *density slice*. Proses ini merupakan proses pemotongan histogram dari hasil masing - masing citra yang telah ditransformasi indeks vegetasi.

## 5. Penentuan Titik Sampel Lapangan

Penentuan titik sampel di lapangan dilakukan dengan mempertimbangkan hasil transformasi indeks vegetasi NDVI. Metode yang digunakan dalam menentukan sampel di lapangan yakni metode *stratified random sampling*. Sampel yang dipilih



dengan mempertimbangkan strata yakni kelas dari indeks vegetasi. Jumlah sampel di setiap kelas indeks vegetasi berbeda-beda, dimana semakin kecil luas kelas indeks vegetasi maka semakin sedikit jumlah sampel, begitupula sebaliknya semakin luas kelas indeks vegetasi maka jumlah sampel yang diambil di lapangan semakin banyak.

#### IV. PEMBAHASAN

##### 4.1 Analisis Statistik antara Hubungan Umur Tanam dan Indeks Vegetasi

Analisis nilai statistik antara umur tanam dengan nilai kecerahan indeks vegetasi dari masing-masing transformasi memiliki hubungan antar variabel yang beragam. Persamaan regresi yang dibangun dari umur tanaman kelapa sawit dan nilai kecerahan menunjukan kuat atau lemahnya pengaruh hubungan antar dua variabel.

Tabel 4.1. Nilai Statistik Indeks Vegetasi dan Umur Tanam Kelapa Sawit

Indeks Vegetasi	Persamaan Regresi	r	R <sup>2</sup>
NDVI	$y = 0,0525x + 0,4939$	0,760	0,5782

Hasil analisis statistik yang dibangun model regresi menunjukan nilai korelasi (r) yang positif. Hal ini

ditunjukan dari arah kemiringan garis regresi yang menunjukan hubungan tetapi searah, yang menunjukan antara variabel umur tanam diikuti variabel indeks vegetasi dengan arah yang berlawanan

##### 4.2 Analisis Statistik antara Hubungan Produksi dan Indeks vegetasi

##### 4.2.1 Analisis Statistik *Normalized Different Vegetation Index* (NDVI)

Hasil transformasi indeks vegetasi NDVI di rayon 1 diantara 0,39-0,86, sedangkan di rayon 2 berada diantara 0,25-0,86. Dari masing-masing hasil transformasi indeks vegetasi pada di rayon 1 nilai kecerahan hasil indeks vegetasi NDVI pada rayon 1 antara 0,39-0,65 dan rayon 2 antara 0,25-0,59 seperti permukiman, jalan, atau tanaman kelapa sawit *replanting* (Gambar 4.1 dan Gambar 4.2). Hasil analisis statistik regresi antara nilai spektral indeks vegetasi NDVI dan produksi tanaman kelapa sawit menunjukan korelasi (r) sebesar 0,86 yang berarti menunjukan derajat hubungan antar variabel indeks vegetasi dan produksi sangat kuat, sedangkan untuk R<sup>2</sup> 0,75, nilai tersebut menunjukan adanya pengaruh antara

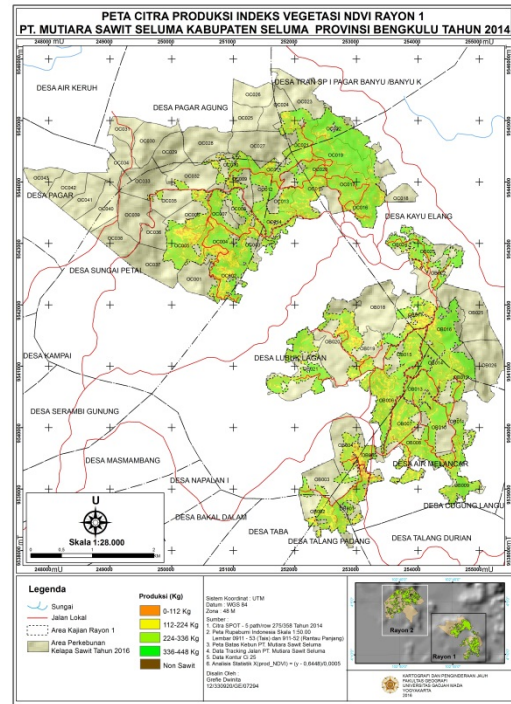
variabel nilai kecerahan dan hasil produksi kelapa sawit.

### 4.3 Estimasi Produktivitas Kelapa Sawit

Hasil pemodelan yang dibangun menghasilkan citra produktivitas kelapa sawit yang mana pada setiap piksel ( $n$ ) menyatakan jumlah produktivitas detiap pikselnya. Berdasarkan dari hasil jumlah piksel dapat diketahui luas dari masing-masing produksi, yakni dengan mengalikan jumlah piksel dengan ukuran piksel citra. Piksel citra SPOT-5 yang digunakan, yakni 10x10 meter. Hasil tersebut kemudian di konversi menjadi satuan hektar. Dengan bigitu, jumlah produktivitas kelapa sawit dapat diketahui dengan melakukan perkalian antara luas dan nilai produksi setiap

Indeks Vegetasi	Produksi Lapangan (Kg)	Produksi Estimasi (Kg)	Persentase Ketelitian
NDVI	5.419.192	4.370.103	81%

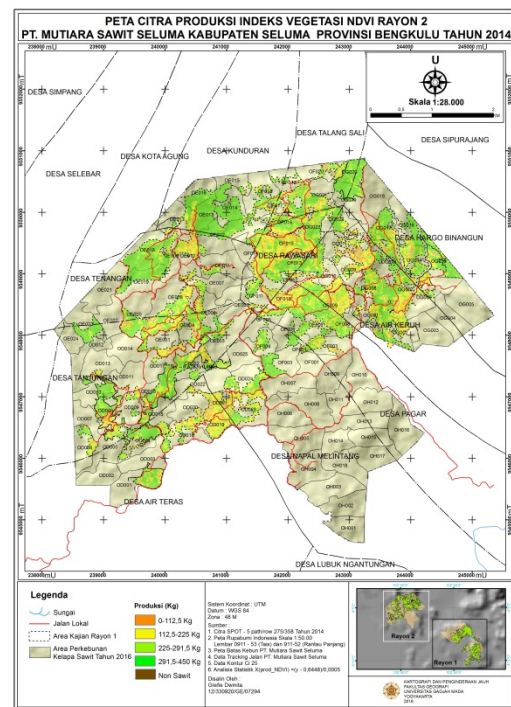
pikselnya. Kelas proksi kelaoa sawit ditunjukan pada peta Gambar 4.1 dan Gambar 4.2



Gambar 5.23. Peta Citra Produksi Indeks Vegetasi NDVI di Rayon 1

101

Gambar 4.1. Peta Produksi Rayon 1



Gambar 5.24. Peta Citra Produksi Indeks Vegetasi NDVI di Rayon 2

102

Gambar 4.2. Peta Produksi Rayon 2

#### 4.4 Uji Akurasi Model (*Standar Error of Estimate*)

Uji akurasi yang penelitian ini menggunakan metode pengukuran *Satandar Error of Estimate* (SE). Perhitungan *standar error* dibangun berdasarkan dari perbandingan antara nilai estimasi produksi kelapa sawit dari hasil model yang dibangun (empiris) dengan data produksi aktual di lapangan. Dalam hal ini, nilai produktivitas kelapa sawit dari setiap model estimasi produksi telah dihitung sebelumnya berdasarkan dari hasil citra produktivitas yang telah memiliki nilai produksi setiap piksel

Tabel 4.2 Uji Akurasi Model Produktivitas Kelapa Sawit

Indeks Vegetasi	NDVI
Y	$(y - 0,6448) / 0,0005$
R	0,8711
R <sup>2</sup>	0,7589
SE	3,249286

#### 4.5 Uji Ketelitian

Uji ketelitian dilakukan dengan mengukur tingkat ketelitian menurut (Susetyo, 2014), yakni dengan membandingkan hasil dari produksi model empiris dengan data produksi di lapangan dalam kurun waktu 6 bulan atau 1 semester. Dari hasil persamaan model regresi antara nilai indeks vegetasi dengan nilai produksi di

lapangan menghasilkan citra produktivitas kelapa sawit.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Estimasi produksi kelapa sawit dapat dilakukan melalui citra SPOT-5 menggunakan analisis nilai indeks vegetasi dengan memanfaatkan saluran hijau, merah, dan inframerah dekat.
2. Hasil estimasi produksi dari algoritma indeks vegetasi NDVI menghasilkan nilai produktivitas sebesar 4.370.103 kg/ha/semester dengan akurasi simpangan SE sebesar 3,24 kg.

### Saran

1. Menggunakan citra yang tidak memiliki jarak perekaman yang terlalu jauh dengan waktu penelitian
2. Citra yang digunakan sebaiknya multitemporal untuk melihat trend produksi kelapa sawit
3. Citra yang digunakan sebaiknya resolusi tinggi untuk lebih mudah membedakan objek kelapa sawit dan non kelapa sawit.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2014. Diakses 16 November 2015, dari [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id)
- Bulcock, H.H. Jewit, G.P.W. 2009. Improve spatial mapping of leaf area index using hyperspectral applications with a particular focus on canopy interception. *Journal Hydroogy and Earth Sciences*, 5783-3809 page
- Campbell, J.B., Wynne, R.H. 2011. *Introduction Remote Sensing*. Fifth Edition. New York, London: The Guilfo Corley, R.H.V & Tinker. 2003. *The Oil Palm*. Fourth Edition. Blackwell Science Ltd. Oxford Press
- Danoedoro, P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Hatfield, L, AA. Gitelson, JS Schepers dan CL Walthall. 2008. Application of Spectral Remote Sensing for Agronomic Decision. *Celebrite the Centennial. Supplement to Agronomy Journal*. 117 - 131 page.
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E.P., Gao, X., Ferreira. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*. 195 - 213 page. Diakses 09 Maret 2016 dari [www.Elsevier.com/locate/rse](http://www.Elsevier.com/locate/rse).
- Kimes, D.S., Nelson R.F., Manry, M.T., Fung, A.K. 2010. Attributes of neural networks for extracting continuous vegetation variables from optical and radar measurments. Review article. *International Journal of Remote Sensing*. 2639-2663 page.
- Lillesand, T.M, Kiefer, R.W & Chipman. 2007a. *Remote Sensing and Image Interpretation, 5th Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Lubis, A. 2008. *Kelapa Sawit (Elaeisis guineensis Jacq.) di Indonesia*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan
- Sugiyono, 2007. *Satatistik untuk Penelitian*. Bandung: Penerbit Alfabeta